

# DISEÑO Y MEDIDA DE UNA ANTENA CHOKE-GAUSSIANA

David Goñi Campión   Jorge Teniente Vallinas   Ramón Gonzalo García   Carlos del Río Bocio

Grupo de Antenas

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Pública de Navarra

jorge.teniente@unavarra.es   ramon@unavarra.es   carlos@unavarra.es

## ABSTRACT

A new design of corrugated horn antenna for global earth coverage from a geostationary satellite to obtain very low sidelobes and crosspolar levels with a really compact design in a quite wide bandwidth is presented in this paper. We compare this horn performance with the designs of other authors. Measurements show a really impressive radiation patterns with sidelobe levels below  $-43$  dB in a certain bandwidth.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las antenas con lóbulos laterales extremadamente bajos se están haciendo cada vez más necesarias para los requerimientos altamente restrictivos que está imponiendo la tecnología actual [1]. Este tipo de antenas son esenciales sobre todo para evitar interferencias con otros sistemas y obtener de manera más eficiente el modo fundamental del espacio libre.

Recientemente, Granet *et al.* [2] han presentado una antena corrugada muy compacta (longitud= $5.6\lambda_c$ , diámetro de la apertura  $4.6\lambda_c$ ) con lóbulos laterales muy bajos ( $-36$  dB) y diagrama de radiación de cobertura global. Dicha antena presenta dos desventajas principales:

- Tiene un ancho de banda realmente estrecho, (menos del 5% para unos niveles máximos de lóbulos laterales y polarización cruzada de  $-30$  dB y para unas pérdidas de retorno de  $-20$  dB).
- Es muy sensible a las tolerancias mecánicas en el proceso de fabricación en la parte inicial de la antena (generador de modos) [3].

Granet *et al.* [2] describen un tipo de antena corrugada gaussiana presentada por nuestro grupo [4] y diseñada por ellos para una iluminación a  $-3$  dB de  $17.4^\circ$  con una longitud de  $8.92\lambda_c$  obteniendo un nivel de lóbulo lateral de  $-33$  dB y un nivel máximo de polarización cruzada de  $-40$  dB. Ellos asumen también en [2] que esta es la mejor antena diseñable con técnicas gaussianas, pero esto no es completamente cierto porque con una apertura gaussiana [5] los niveles de lóbulos laterales se pueden reducir aún muchísimo más. Además, un perfil de entrada más corto puede proporcionarnos una antena total más corta (con algo de reducción en el ancho de banda).

Como ejemplo de esto último, recientemente hemos diseñado, construido y medido una antena gaussiana (fig. 1), con un ancho de banda medido mayor del 10% (para unos máximos de lóbulos laterales y polarización cruzada de  $-30$  dB y pérdidas de retorno inferiores a  $-20$  dB) con una longitud de  $7.7\lambda_c$  (diámetro de la apertura  $4.7\lambda_c$ ). Esta antena presenta a  $f_c$  un nivel de lóbulo lateral medido de  $-36$  dB, y menos de  $-40$  dB de polarización cruzada (fig. 1). Además, en esta antena, si por un lado, la parte de perfil gaussiano se hiciera mas larga, los lóbulos laterales serían aun mucho más bajos, [5], y por otro lado, presenta mejor respuesta en ancho de banda que la descrita en [2] y es menos

sensible a las tolerancias de fabricación ( $\pm 3 \cdot 10^{-3} \lambda_c$  tolerancia en toda la antena gaussiana frente a un  $\pm 4 \cdot 10^{-4} \lambda_c$  [3] de la antena descrita en [2]). Sin embargo, la antena gaussiana es  $2.1\lambda_c$  más larga y tiene un diámetro de apertura  $0.1\lambda_c$  mayor.

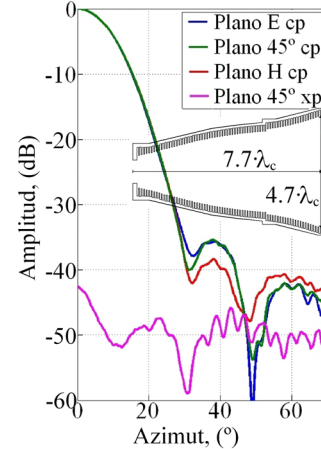


Fig. 1.- Patrón de radiación medido a la frecuencia  $f_c$  de una antena gaussiana clásica de longitud  $7.7\lambda_c$

No obstante, el reto era conseguir diseñar una antena con técnicas gaussianas cuyo tamaño fuera similar o menor a la “*bowl-shaped antenna*”, cuyo ancho de banda y sensibilidad a las tolerancias de fabricación permanecieran como en el resto de antenas gaussianas, y cuyo patrón de radiación además, si era posible, consiguiera bajar aun más el nivel de lóbulos laterales manteniendo los niveles de polarización cruzada bajos. Con esta idea, en este papel se describe un nuevo diseño que supone un cambio radical en la tecnología actual. Consiste en la unión de dos técnicas clásicas: antenas de choke y antenas gaussianas. Como se verá en los siguientes apartados, esta antena consigue un impresionante diagrama de radiación con lóbulos laterales debajo de los  $-45$  dB para la frecuencia central.

## 2. DISEÑO DE LA ANTENA

Los parámetros de diseño se basan en generar una antena muy corta (longitud  $< 6.5\lambda_c$ ) con lóbulos laterales muy bajos (inferiores a  $-40$  dB a la frecuencia  $f_c$ ) con baja polarización cruzada, y el máximo ancho de banda posible. La iluminación debe de ser alrededor de  $-3$  dB a  $8.7$  grados (este es el ángulo subtendido por la tierra desde un satélite geoestacionario).

Uno de los perfiles más cortos de antena que se puede utilizar con unas características de radiación bastante buenas son las antenas de guía de onda con chokes [6,7], si añadimos a su salida un perfil gaussiano, podremos mejorar las características de radiación globales [5].

El resultado es una antena de longitud  $6.2\lambda_c$  y diámetro de salida  $5.2\lambda_c$ , (fig. 2).

Esta antena es un poco más larga y tiene mayor diámetro de apertura que la antena descrita en [2], (concretamente  $0.6\lambda_c$  más larga y su diámetro de apertura es  $0.6\lambda_c$  mayor), pero sus características de radiación son muchísimo mejores como se verá en el siguiente apartado. Además el peso de esta antena será similar sino menor que el de la antena descrita en [2] porque esta última presenta un radio mayor en la parte de entrada. La antena fue construida con una precisión de torneado de  $\pm 3 \cdot 10^{-3} \lambda_c$ .

### 3. RESULTADOS DE MEDIDA

La antena fue medida en un ancho del banda del 17% obteniéndose muy buenos resultados. Las pérdidas de retorno se situaron por debajo de  $-28$  dB en todo el 17% del ancho de banda medido, (fig. 3a). Mientras el nivel de lóbulos laterales fue extremadamente bajo, manteniéndose muy por debajo de  $-30$  dB en todo el ancho de banda medido y el nivel de polarización cruzada a su vez se mantuvo por debajo de  $-30$  dB en un 16% del ancho de banda medido, (fig 3a).

Es de destacar sobre todo que en un 3% de ancho de banda alrededor de  $f_c$  el lóbulo lateral medido se situa por debajo de  $-40$  dB y la polarización cruzada por debajo de  $-35$  dB, ver figura 2.

Corte a 8.7° del plano H	Corte a 8.7° del plano 45°	Corte a 8.7° del plano E	Nivel máximo lóbulo lateral	Nivel máximo polariz. cruz.
<b>-2.74 dB</b>	<b>-2.82 dB</b>	<b>-2.9 dB</b>	<b>-43 dB</b>	<b>-38 dB</b>

Tabla 1.- Detalles patrón de radiación medido a la frecuencia  $f_c$

En la figura 2, se puede observar el diagrama de radiación medido a la frecuencia  $f_c$ . En la tabla 1 se pueden ver las características de radiación de esta antena a la frecuencia de  $f_c$ .

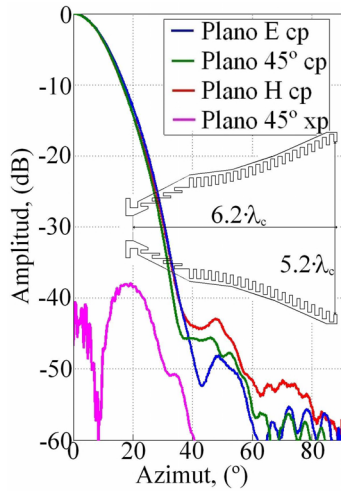


Fig. 2.- Diagrama de radiación medido a la frecuencia  $f_c$

Es además importante mencionar el gran parecido entre la simulación realizada con el programa de elementos finitos Ansoft-HFSS y la medida en las zonas cercanas a la frecuencia central, donde fue realizada la malla.

Como se ve de la figura 3a, la polarización cruzada no es excesivamente baja aunque a  $f_c$  presenta un nivel de  $-38$  dB. Será tarea de próximos diseños optimizar este parámetro.

No obstante la antena conseguida aún es un poco más larga que la antena descrita en [2], pero si a ésta se le reduce el periodo de

corrugación de la parte gaussiana en  $0.03\lambda_c$  como tiene **20 periodos** tenemos que  $L=5.6\lambda_c$  y  $D=4.6\lambda_c$ ; justamente del tamaño de la antena descrita en [2]. Esta última presenta en simulación un lóbulo lateral por debajo de  $-30$  dB en más de un 8% del ancho de banda manteniendo bastante buenas características en polarización cruzada y pérdidas de retorno. A la frecuencia central los lóbulos laterales están por debajo de  $-39$  dB, y la polarización cruzada por debajo de  $-40$  dB (fig. 3b).

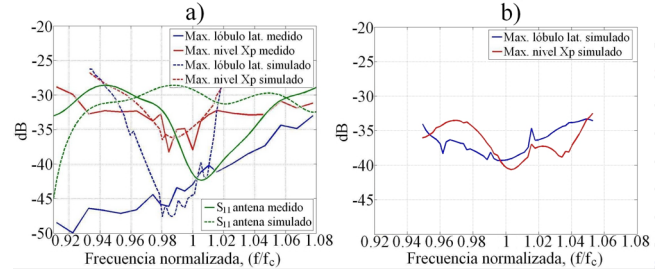


Fig. 3.- a) Comparación entre simulación y medida para la antena construida.

b) Máximo nivel lóbulos laterales y polarización cruzada simulados para antena  $0.6\lambda_c$  más corta

### 4. CONCLUSIONES

En este papel se ha propuesto el diseño de Un nuevo tipo de antena corrugada basada en la unión de una antena de choke con una antena gaussiana. Esta antena es muy corta y presenta en medida niveles de lóbulos laterales extremadamente bajos con niveles de polarización cruzada razonables y un ancho de banda aceptable.

Las antenas de bocina corrugadas gaussianas conectadas a la salida de ciertas antenas de bocina son en la actualidad la mejor elección posible para mejorar sus diagramas de radiación.

Solicitud de patente de la unión de ambas estructuras en curso.

### 5. REFERENCIAS

- [1] B., Maffei, P. A. R. Ade, F. C. Gannaway, E. Wakui, R. J. Wylde, J. A. Murphy, R. Colgan, J. Dupuy, C. G. Parini, "Corrugated Gaussian back-to-back horns for cosmic microwave background continuum receivers", *24th QMW Antenna Symposium*, 38-41, London, April 2000
- [2] C. Granet, T. S. Bird and G.L. James, "Compact Multimode Horn with Low Sidelobes for Global Earth Coverage", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 48, No. 7, July 2000
- [3] T. S. Bird, C. Granet and G.L. James, "Lightweight Compact Multi-mode Corrugated Horn with Low Sidelobes for Global-Earth Coverage", *AP2000 Conference*, Davos, Switzerland, April 2000
- [4] R. Gonzalo, J. Teniente and C. del Río, "Very Short and Efficient Feeder Design for Monomode Waveguide", *Proceedings IEEE AP-S International Symposium*, Montreal, Canada, July 1997
- [5] C. del Río, R. Gonzalo and M. Sorolla, "High Purity Beam Excitation by Optimal Horn Antenna", *Proceedings ISAP '96*, Chiba, Japan
- [6] A.D. Olver, P.J.B. Clarricoats, A.A. Kishk and L. Shafai, "Microwave Horns and Feeds", *IEE Electromagnetic waves series 39*, The Institution of Electrical Engineers, 1994.
- [7] A.W.Rudge, K. Milne, A.D. Olver and P. Knight, "The Handbook of Antenna Design", *IEE Electromagnetic waves series 15 and 16*. The Institution of Electrical Engineers, 1982